

Abstoßfreie Salztechnologien

Die K-UTEC AG findet Lösungen für Abwässer der K+S Kali GmbH

12. Oktober 2012

Für den Vorstand: Dipl.chem. Dr. W. Hölzel

[Inhalt]

[Zusammenfassung]

Die von der K-UTEC AG untersuchten Abfalllaugen der K+S Kali GmbH machen eine **Gesamtmenge von 1,7 Mio. m^3/a** aus. Die darin enthaltenen Wertstoffe lassen sich zu über 90% gewinnen und zu **120.000 t/a Kaliumsulfatdünger** umwandeln.

Bei einem Weltmarktpreis von 450 Euro/t für Kaliumsulfatdünger lässt sich ein **Umsatz von 54 Mio. Euro/a** erzielen. Für die benötigten **Anlagen müssen 60 bis 65 Mio. Euro** investiert werden. Das bedeutet, dass sich die **Aufarbeitung der hier untersuchten, wertstoffarmen Salzlaugen innerhalb kürzester Zeit amortisiert**.

Die restlichen Abwässer der K+S Kali GmbH sind **deutlich wertstoffreicher**. Der Geochemiker Dr. habil. Ralf Krupp hat im Jahre 2007 den Wert der in den Abwässern insgesamt enthaltenen Wertstoffe auf **500 Mio. Euro/a** geschätzt.

Als **Methoden der Wertstoffanreicherung** werden **fraktionierendes Eindampfen** und **fraktionierendes Tiefkühlen** vorgeschlagen. Für die Beseitigung der verbleibenden Magnesiumchloridchloridlösung wird die **chemische Verfestigung mit Additiven oder Reststoffen** und anschließender **Versatz nach untertage** vorgesehen. Der Versatz ermöglicht die **Verwertung der Stützpfeiler**.

Mit der hier eingesetzten Kombination von Verfahren ist es möglich, die Haldenlauge aus Neuhof-Ellers und die Q-Lauge aus Wintershall vollständig zu verwerten bzw. zu beseitigen.

Der Abstoß von 1,7 Mio. m^3/a Abwässer mit einem Salzgehalt von mehr als 570.000 t/a wird überflüssig.

Der Versatz der Reststoffe und der Rückbau der Salzhalden mit anschließender Verwertung der Stützpfeiler erhöht die Ausbeute der Lagerstätte um 40%. Damit können die Arbeitsplätze im Fulda- und Werrarevier für weitere Generationen gesichert werden.

[Vorbemerkung]

Am 18. September 2012 konnte der Vorstandsvorsitzende der K-UTEC AG, Dr. Heiner Marx, vor dem Runden Tisch ‚Gewässerschutz Werra/Weser und Kaliproduktion' über die Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie berichten[1]. K+S hatte das Unternehmen aus Sondershausen zwei ihrer Abwässer untersuchen lassen.

Die Ergebnisse hatten der K+S Kali GmbH schon im Vorjahr, am 01.09.2011 vorgelegen. Das Unternehmen hatte am 12. Dezember 2011 auch den Leiter des Runden Tisches informiert, die Ergebnisse aber offenbar negativ beurteilt:

> *„Ich möchte an dieser Stelle ausdrücklich darauf hinweisen, dass es hierbei um die Optimierung von Teilprozessen geht und nicht um die von der Presse häufig falsch benannte „rückstandsfreie Kaliproduktion"; eine solche ist nämlich an der Werra und nirgendwo anders auf der Welt möglich."*[2]

Es ist an dieser Stelle vielleicht angebracht, auf eine sprachliche Eigenart hinzuweisen. Eine *„rückstandsfreie Kaliproduktion"* ist tatsächlich technisch nicht möglich. Die Frage war vielmehr, ob diese Rückstände abgestoßen werden müssen oder (zumindest teilweise) vermieden und beseitigt werden können.

Darum ging es in der Machbarkeitsstudie der K-UTEC AG und darauf hat Dr. Marx in seinem Vortrag eine Antwort gegeben.

Der Vortrag von Dr. Marx enthält dagegen keinerlei Angaben zu der Wirtschaftlichkeit der in seiner Studie empfohlenen Kombination von Aufarbeitungsverfahren. Aus den Stoffströmen, den erzielbaren Mengen und den Weltmarktpreisen kann man diese aber leicht selbst ermitteln. So ist es in dieser Stellungnahme geschehen.

Es wird sich zeigen müssen, wie die Leitung des Runden Tisches mit dem Ergebnis der Machbarkeitsstudie umgehen wird. In der „Presseauswertung September 2012" lässt sie sich jedenfalls folgendermaßen zitieren:

> *„Ihre Vorbehalte gegenüber der Technik begründet die Leitung des Rundes Tisches mit den Schwierigkeiten, die es bei der Implementation neuer Technik in jahrzehntealte Bergwerke gebe. Außerdem wäre eine komplette technische Umrüstung für eine Produktionszeit* ***von voraussichtlich nur noch 40 Jahren*** *unwirtschaftlich. Die Nordsee-Pipeline sei daher ein Kompromiss."*[3]

Es bleibt unklar, wie sich die Annahme rechtfertigen ließe, dass die Werke der K+S Kali GmbH an Werra und Fulda nur noch 40 Jahre produzieren werden. In der „Öffentlich-Rechtlichen Vereinbarung" zwischen der K+S Kali GmbH und den Verursacherländern Hessen und Thüringen jedenfalls gehen die Beteiligten im Jahre 2009 noch von einer **Betriebsdauer von 55 Jahren** aus.

Auch andere Tatsachen sprechen gegen die vorgetragenen Bedenken. Industrielle Anlagen müssen ihre Kosten viel schneller zurückgewinnen, als Prof. Brinckmann anzunehmen scheint. Für die K-UTEC AG müssen neue Anlagen ihre Kosten spätestens innerhalb von 10 Jahren erwirtschaftet haben, sonst werden sie als unwirtschaftlich angesehen.

---

[1] Dr. Heiner Marx et al., Überlegungen zur abstoßreduzierten bzw. abstoßfreien Produktion von Salzen - Erfahrungen aus der weltweiten Ingenieurstätigkeit der K-UTEC AG, Präsentation, 18.09.2012

[2] Ludger Waldmann, K+S AG, in einem Schreiben vom 12.12.2011 an den Leiter des Runden Tisches, Prof. Brinckmann

[3] NDR.de 18.09.2012

Die Beispiele der GSES Sondershausen und der Iberpotash zeigen zudem, dass die Verfahren der K-UTEC AG auch in „jahrzehntealten" Bergwerken wirtschaftlich sind. Die Grube „Glückauf" der GSES Sondershausen gilt als das älteste befahrbare Salzbergwerk der Welt Iberpotash produziert seit 1920.

[Die Expertise der K-UTEC AG für die Behandlung von Abwässern der K+S Kali GmbH]

Die Weltmarktpreise für Kalidünger

Bis Ende 2007 lag der Preis für Kalidünger (bezogen auf K_2O) bei 100 bis 200 US$/t (fob Vancouver). Nach einer rasanten Preisentwicklung mit Spitzenpreisen von nahezu 900 US$/t im Jahre 2009 lag er Mitte 2012 schließlich bei 550 US$/t. Aufgrund des zu erwartenden Bedarfs und der künftig zur Verfügung stehenden weltweiten Förderkapazitäten geht man davon aus, dass sich der **Preis langfristig bei etwa 600 US$/t** einpendeln wird.

Der Preis des chloridfreien **Kaliumsulfatdüngers**, der für Spezialkulturen benötigt wird, liegt z.Zt. bei **450 Euro/t.**

Bei diesen Preisen ist es möglich, auch wertstoffarme Rohsalze bzw. Salzlösungen gewinnbringend aufzuarbeiten.

Generelle Möglichkeiten für feste Abfälle

Alle festen Reststoffe, die nicht zu vermarkten sind, können durch Versatz in die untertätigen Hohlräume beseitigt werden.

Der Versatz von bergbaueigenen Abfällen macht den **Rückbau der Stützpfeiler** möglich, in denen noch 50 bis 60% der gesamten Lagerstätte enthalten sind.

Ca. 80 % der Stützpfeiler können zurück gebaut werden, somit verlängern sich die Ausbeute an Rohsalzen und damit auch die Laufzeit der Gruben um insgesamt ca. 40 bis 45 %.

Neben der Minimierung der Rückstände erreicht man durch den Versatz:

- eine **bessere geomechanische Stabilisierung** (Vermeidung von Bergschlägen, Verringerung der Senkungen)
- eine **längere Nutzung der Infrastruktur** untertage (verlängerte Abschreibungszeit)
- eine **verbesserte Wetterführung** (geringere Kosten und höhere Sicherheit).

Generelle Möglichkeiten für Abstoßlösungen/Haldenlaugen

Durch **fraktionierendes Eindampfen** und/oder **Tiefkühlen** lassen sich aus den Abstoßlösungen/den Haldenlaugen **Siedesalz**, **Kaliumchloriddünger**, **Kaliumsulfatdünger** und **Magnesiumsulfatdünger** gewinnen. Das Siedesalz kann (bei entsprechender Geschäftslage) verkauft oder für den Versatz genutzt werden. Zurück bleibt eine Lösung/Aufschlämmung von Magnesiumchlorid in Wasser.

Nach weiterem **Wasserentzug** (Verdampfen, **thermische Verfestigung**) und/oder nach **chemischer Verfestigung** durch Additive oder Reststoffe kann die Magnesiumchloridaufschlämmung für den **Versatz** genutzt werden.

Realisierte Beispiele

Iberpotash/Spanien

Das Unternehmen betreibt zwei Kaliminen in Katalonien und stellt dort Kalidüngemittel her. Die Förderung der Rohsalze hat im Jahre 1920 begonnen, nachdem 1912 Kalivorkommen in Suria entdeckt worden waren.

Iberpotash gehört dem israelischen Bergwerksunternehmen und Düngemittelhersteller ICL. Dieses ist wiederum Hauptanteilseigner des Florett-Konsortiums, das sich um die Wiederöffnung der Kaligrube in Roßleben bemüht. Dort sollen der Kalibergbau und die Düngerherstellung **ohne Abstoß von Salzlaugen** und **ohne die Anlage von Salzhalden** betrieben werden.

In Katalonien bemühen sich die Behörden offenbar darum, die EG-WRRL fristgerecht umzusetzen. Jedenfalls ist es Iberpotash nicht erlaubt worden, nach 2015 noch Salzabwässer in das Mittelmeer zu leiten. Aus diesem Grund ist die K-UTEC AG beauftragt worden, eine technische Lösung zu entwickeln.

Nach Umstellung auf die Verfahren der K-UTEC AG arbeitet Iberpotash abstoßfrei.

Iberpotash ist ein Beispiel dafür, dass die K-UTEC-Verfahren auch in alten Betrieben umgesetzt werden können.

Salinen Austria AG, Österreich

Das Unternehmen betreibt u.a. das Salzbergwerk Altaussee und stellt dort Siedesalz her. Mit Speisesalz im Lebensmittelhandel hat Salinen Austria in Österrreich einen Marktanteil von 95%.

Die Salinen Austria AG gehört der *Österreichische Salinen Aktiengesellschaft.* Der Salzabbau geht auf das 15. Jahrhundert zurück. In moderner Form gab es zu Beginn des 20. Jahrhunderts bereits 5 Betriebe mit 2.300 Beschäftigten.

Die Abstoßlösungen konnten bisher an ein anderes Unternehmen abgegeben werden, wo sie in der Chloralkalielektrolyse verwertet wurden. Nach Wegfall des Abnehmers ist eine Einleitung der Salzlaugen in die Traun nicht genehmigt worden.

Mit den K-UTEC-Anlagen wird in **der ersten Ausbaustufe** aus den Abstoßlösungen **Kalidünger** gewonnen. Die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens ist dadurch gestiegen, der Abstoß konnte von mehr als 270.000 m^3/a auf weniger als 15.000 m^3/a und damit um 95% gesenkt werden.

In der zweiten Ausbaustufe (Produktion von Natriumbromid) arbeitet das Unternehmen abstoßfrei.

Auch bei Salinen Austria konnten die K-UTEC-Anlagen in bestehende Betriebe integriert werden.

Carnallititsolung Thangone, Laos

In Thangone wird ein Kalivorkommen durch Solung abgebaut. Dem chinesischen Investor konnte der Abstoß von Salzlösungen und die Anlage von Salzhalden wegen der sensiblen Umgebung nicht gestattet werden.

Mit der Umstellung auf die K-UTEC-Verfahren arbeitet die Anlage abstoßfrei; die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens hat sich mit den K-UTEC-Anlagen weiter verbessert.

GSES, Sondershausen

Die Glückauf Sondershausen Entwicklungs- und Sicherungsgesellschaft mbH (GSES) betreibt in Sondershausen Versatzbergbau. Als Versatzmaterialien werden neben Steinsalz auch bergwerksfremde Abfälle eingesetzt, besonders staubförmige Abfälle aus thermischen Prozessen.

Neben dem mechanischen Versatz und dem Schüttgutversatz wird auch der hydraulische Versatz praktiziert. Er eignet sich für die Einbindung von staubförmigen, flüssigen und pastosen Komponenten in einen Versatzmörtel. Er wird noch flüssig in die vorbereiteten Abbaukammern eingebracht, wo er druckfest aushärtet. Danach kann er die stützende Wirkung für das Deckgebirge übernehmen.

Mit diesen Verfahren können auch die pastosen und festen Rückstände der K+S Kali GmbH (Magnesiumchloridaufschlämmung und Siedesalz) für den druckfesten Versatz genutzt werden. Nach Aushärtung des Versatzmörtels können die Stützpfeiler zurückgebaut und die Ausbeute der Lagerstätte um 40% gesteigert werden.

Zur Schaffung von weiteren Versatzhohlräumen baut die GSES 1 Mio. t/a Rohsalz im Kaliflöz ab und stellt daraus Kalidünger her.

Die Aufbereitungsanlage für die Rohsalze arbeitet abstoßfrei. Der oben beschriebene druckfeste Versatz ermöglicht den weitestgehend verlustfreien Abbau der Lagerstätte.

Das K-UTEC-Konzept für die untersuchten Abwässer der K+S Kali GmbH in der Übersicht

In der Studie sind zwei Abwässer der K+S Kali GmbH mit geringen Wertstoffgehalten untersucht worden:

Herkunft	Menge m^3/a	Aufarbeitung
Haldenlauge aus Neuhof-Ellers	700.000	Fraktionierendes Eindampfen, fraktionierendes Tiefkühlen
Q-Lauge aus Wintershall	1.000.000	

In den Abwässern sind folgende Mengen an Wertstoffen enthalten:

Wertstoff	Menge t/a	Davon gewinnbar t/a	Verwendung
Kaliumchlorid KCl	107.000	103.000, entspr. 96%	Umwandlung in Kaliumsulfatdünger und Verkauf
Magnesiumsulfat $MgSO_4$	112.000	102.000, entspr. 91%	

Diese Wertstoffmenge ist ausreichend für die Herstellung von **120.000 t/a Kaliumsulfatdünger K_2SO_4**, entspr. 65.000t/a K_2O. Daraus ergibt sich ein **Verkaufswert von 54 Mio. Euro/a.**

Die Investition in eine Aufbereitungsanlage der benötigten Größe beträgt **60 bis 65 Mio. Euro**.

Das bedeutet, dass sich die Aufarbeitung der untersuchten Haldenabwässer innerhalb kürzester Zeit amortisiert.

An Rückständen verbleiben:

<table>
<tr><th>Rückstand</th><th>Menge ca. t/a</th><th>Beseitigung</th></tr>
<tr><td>Magnesiumchloridaufschlämmung</td><td>160.000</td><td rowspan="3">Chemische Verfestigung der MgCl2-Aufschlämmung und Versatz nach untertage. Siedesalz kann bei Bedarf auch in den Handel gehen.</td></tr>
<tr><td>Siedesalz</td><td>200.000</td></tr>
<tr><td>gesamt</td><td>360.000</td></tr>
</table>

[Ein nützlicher Vergleich: Das „Maßnahmenpaket" der K+S Kali GmbH]

In dem „Integrierten Maßnahmenkonzept" der K+S Kali GmbH (erschienen 2009, jedoch ohne Jahresangabe) werden die technischen Veränderungen beschrieben, mit denen das Unternehmen die Salzbelastung des Untergrundes und der Vorfluter verringern will. Ab 2015 soll eine Verringerung des Grenzwerts für Chlorid in der Werra von 2.500 mg/l auf 1.700 mg/l möglich sein, der Abstoß von Endlaugen und Haldenlaugen soll auf 7 Mio. m^3/a sinken.

Eine Analyse des „Maßnahmenpakets ergibt folgendes Bild:

Die Verringerung des Grenzwerts für Chlorid und die **Verminderung der Abstoßmenge** sollen erreicht werden, indem vermehrt Feststoffe auf die Salzhalden gebracht werden, von wo sie mit Zeitverzug wieder in den Untergrund und in die Werra gelangen. Mit anderen Worten: Zunächst wird mit Energieaufwand ein Teil des Wasseranteils der Abwässer verdampft. Die dabei anfallenden Reststoffe werden aufgehaldet. Auf den Halden wird das vorher verdampfte Wasser durch Regenwasser „ersetzt". Als „Haldenlaugen" gelangen dann die vorher „eingesparten" Reststoffe wieder in die Werra.

Die Gesamtbelastung der Vorfluter und des Untergrundes bleibt unverändert, sie wird nur zeitlich gestreckt. Die von K+S in Aussicht gestellte „Senkung der Salzwassermenge" ist deshalb als Mogelpackung anzusehen.

Die Gewinnung der in den Abwässern enthaltenen Wertstoffe wird weder zugesagt noch nachgewiesen. Der **Raubbau an der Werra soll also fortgesetzt** werden

Das „360 Mio. Euro-Maßnahmenpaket" der K+S Kali GmbH in der Übersicht

Maßnahme des „Integrierten Maßnahmenkonzepts"	Fertigstellung bis/Kosten	Auswirkung auf die Salzbelastung des Grundwassers und der Vorfluter
Herstellung eines länderübergreifenden **Salzwasserverbundes** und Aufbau einer länderübergreifenden **Neuen Integrierten Salzwassersteuerung (NIS)**	31.12.2015 40 Mio. Euro	**Keine Verringerung**. Das Verfahren NIS gilt als riskant und in den Ergebnissen unvorhersehbar. **Die Fachbehörden TLUG und HLUG warnen**, selbst die vom Runden Tisch bemühten Gutachter. Ein vergleichbares Verfahren ist in der Gerstunger Mulde technisch gescheitert. Ist am Runden Tisch bisher nicht vermittelbar. Es sind Klagen gegen die Versenkung auf hessischem Gebiet anhängig. Die NIS ist Voraussetzung für die Pipeline zur Oberweser, für die gerade ein Raumordnungsverfahren eingeleitet worden ist.
Bau einer Anlage zur **Eindampfung von Magnesiumchloridlösung** am Standort Unterbreizbach	31.12.2012 160 Mio. Euro	**Keine Verringerung**. Nutzung von Wertstoffen und Beseitigung der Reststoffe weder zugesagt noch nachgewiesen. Anfallende Reststoffe sollen aufgehaldet werden. Halbierung des Salzlaugenabfalls, aber keine Reduzierung der Frachten. **Der Bau ist schon 2009 zurückgezogen worden.** Hätte für das K-UTEC-Verfahren genutzt werden können.
Kalte Vorzersetzung	31.12.2012	**Keine Verringerung**
Umstellung der Nassgewinnung von Kieserit auf das trockene **ESTA-Verfahren** am Standort Hattorf	31.12.2012 60 Mio. Euro	**Keine Verringerung**. Vorteil für das Unternehmen ist die **Energieeinsparung.** Die jährliche Aufhaldungsmenge steigt damit um 1 Mio. t.

Maßnahme des „Integrierten Maß-nahmenkonzepts"	Fertigstellung bis/Kosten	Auswirkung auf die Salzbelastung des Grundwassers und der Vorfluter
Bau einer **Lösungstiefkühlanlage** am Standort Hattorf	Anfang 2015 75 Mio. Euro	**Keine signifikante Verringerung**. Nutzung der Wertstoffe nicht zugesagt, anfallende Reststoffe sollen aufgehaldet werden.
Weiterentwicklung der **Flotation** in Win-tershall	Anfang 2015 25 Mio. Euro	**Keine signifikante Verringerung**. Verringerung des „Salzlaugenabfalls" um 0,5 Mio. t. Keine Angaben darüber, ob auch eine Verringerung Frachten erreicht wird.